

DERWENT-ACC-NO: 1998-278065

DERWENT-WEEK: 199825

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Substrate rotation holder e.g. for semiconductor wafer  
for rotary substrate processing apparatus e.g. spin coater, rotary developing apparatus - has movement unit,  
which moves holding members between substrate maintenance  
position and substrate release position during processing  
time

PATENT-ASSIGNEE: DAINIPPON SCREEN SEIZO KK[DNIS]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0239630 (September 11, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES
MAIN-IPC			
JP 10092912 A	April 10, 1998	N/A	007
H01L 021/68			

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 10092912A	N/A	1996JP-0239630	September 11, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/027, H01L021/304 , H01L021/68

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 10092912A

BASIC-ABSTRACT:

The holder has a several number of rotary maintenance pins (7a) and rotary holding pins with stoppers, which are arranged on the rotation stage (2) along the peripheral edge of a substrate (100). The maintenance pin is arranged at equidistant position from the rotation centre of the rotation member in adjacent with the bearing (8). The rotating holding pin with stopper is attached on a bearing (28), which is placed over the stage. The holding pin holds the substrate in the horizontal position.

During substrate holding, the pin member of maintenance pin presses the peripheral end face of the substrate by the magnetism from the circular

magnet

(11). A movement unit is provided to move the holding members between the substrate maintenance position and the substrate release position. The substrate is stopped from rotation by the holding pin with stopper, and substrate is released based on the operation of lock pin (9).

ADVANTAGE - Enables smooth handling of substrate even during processing time.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS: SUBSTRATE ROTATING HOLD SEMICONDUCTOR WAFER ROTATING SUBSTRATE  
PROCESS APPARATUS SPIN COATING ROTATING DEVELOP APPARATUS

MOVEMENT

UNIT MOVE HOLD MEMBER SUBSTRATE MAINTAIN POSITION SUBSTRATE

RELEASE

POSITION PROCESS TIME

DERWENT-CLASS: U11

EPI-CODES: U11-C04A1B; U11-F02A2;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-218973



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を水平に保持しつつ回転させる基板回転保持装置であって、前記基板の下面を支持し、水平姿勢で回転駆動される回転部材と、前記回転部材の回転中心から等距離の位置に分散配置され、前記基板の外周端面に当接して前記基板を水平方向に保持する基板保持位置と前記基板の外周端面から離間する基板解放位置との間で移動可能な複数の第1保持部材と、前記回転部材の回転中心から等距離の位置に分散配置され、前記基板の中心が前記回転部材の回転中心に一致する位置において前記基板の外周端面に当接した状態で停止して前記基板を水平方向に保持する基板保持位置と前記基板の外周端面から離間する基板解放位置との間で移動可能な複数の第2保持部材と、前記複数の第1保持部材および前記複数の第2保持部材を前記基板保持位置と前記基板解放位置との間で移動させる移動手段とを備えたことを特徴とする基板回転保持装置。

【請求項2】 前記複数の第1保持部材は前記基板の一方の外周半円に沿って配置され、前記複数の第2保持部材は他方の外周半円に沿って配置されていることを特徴とする請求項1記載の基板回転保持装置。

【請求項3】 前記複数の第1保持部材および前記複数の第2保持部材の各々は、鉛直方向の回転軸の周りで回転可能に前記回転部材に取り付けられた支持部と、前記支持部の回転に伴って前記基板の外周端面に当接するように前記支持部の前記回転軸に対して偏心して設けられた保持部とを含み、前記複数の第2保持部材は、前記基板の中心が前記回転部材の回転中心に一致する位置において前記保持部が前記基板の外周端面に当接した状態で停止するように前記支持部の回転を停止させる停止部材をさらに含むことを特徴とする請求項1記載または2記載の基板回転保持装置。

【請求項4】 前記移動手段は、前記複数の第1保持部材の各々の前記支持部に取り付けられた第1磁石部材と、前記複数の第2保持部材の各々の前記支持部に取り付けられた第2磁石部材と、前記第1磁石部材および前記第2磁石部材に対して近接および離間して前記複数の第1保持部材および前記第2保持部材を駆動する第3磁石部材とを有しており、前記第2磁石部材の磁力は前記第1磁石部材の磁力よりも大きく設定されていることを特徴とする請求項3記載の基板回転保持装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の基板回転保持装置を備えたことを特徴とする回転式基板処理装

置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板を水平に保持しつつ回転させる基板回転保持装置およびそれを備えた回転式基板処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】回転式塗布装置、回転式現像装置等の回転式基板処理装置においては、半導体ウエハ等の基板を水平に保持しながら回転させるために基板回転保持装置を備えている。基板回転保持装置としては、基板の裏面を真空吸着により吸引保持する吸引式スピンドルチャックが一般的に用いられている。ところが、吸引式スピンドルチャックでは、基板を確実に吸着保持するために強力な吸引を行っているため、基板の裏面に吸着跡が残る。基板の裏面の吸着跡は、露光処理時のフォーカス異常を引き起こす問題がある。また、基板の裏面洗浄を行う場合、基板の裏面におけるスピンドルチャックの吸着部分が十分に洗浄できず、基板の裏面がパーティクルで汚染される。基板の裏面に付着したパーティクルは、後工程において他の基板の表面等を汚染するといった問題を引き起こす。

【0003】そこで、基板の裏面を支持するとともに基板の外周端面を保持しつつ基板に回転力を伝達するメカ式スピンドルチャックが提案されている。メカ式スピンドルチャックは、水平姿勢で回転駆動される回転ステージ上に、基板の裏面を垂直に支持する複数の支持ピンと、基板の外周端面に当接して基板の水平位置を規制しかつ基板に回転力を伝達する複数の保持ピンとが固定されてなる。

【0004】各保持ピンと基板の外周端面の間には、基板の搬入および搬出を容易にするために僅かな隙間が設けられている。そして、このメカ式スピンドルチャックが鉛直方向の軸の周りで回転駆動されると、複数の保持ピンのいくつかが基板の外周端面に圧接され、基板の中心が回転中心からやや偏心した状態で基板がメカ式スピンドルチャックとともに回転する。

【0005】しかしながら、このメカ式スピンドルチャックでは、基板の中心が回転中心からやや偏心した状態で基板が回転するので、負荷の不均衡による振動が発生し、その振動が他の基板処理ユニットに影響を与える可能性がある。また、複数の保持ピンのうちのいくつかは基板の外周端面に接しているため、基板の取り出し時に基板の端面と保持ピンとが擦れてパーティクルが発生し易い。さらに、基板の回転によって基板の端面が保持ピンに強く喰い込んだ場合には、基板の搬送不良や基板の破損が発生するおそれがある。

【0006】さらに、このメカ式スピンドルチャックを回転式現像装置に用いた場合には、基板上に液盛りされた現像液が、基板の外周端面に当接している保持ピンを伝ってこぼれ落ちやすい。これにより、基板上の現像液にむ

らが生じ、現像処理が不均一になる。また、こぼれ落ちた現像液を補うために現像液を追加する必要性が生じ、現像液の消費量が増加することになる。

【0007】そこで、上記の複数の保持ピンの一部を基板の外周端面に対して離接可能な可動ピンを用いて構成したメカ式スピンチャックがさらに提案されている。このメカ式スピンチャックでは、基板の中心が回転中心に一致するように外周端面に当接して水平方向の基板の位置を規定する複数の固定ピンが基板の外周に沿って配置され、さらに基板の外周端面に当接した位置と離間した位置とを移動可能に形成されかつ所定の押圧力をもって基板の外周端面に当接する可動ピンが基板の外周に沿って配置されている。このメカ式スピンチャックでは、固定ピンによって基板の中心が回転中心と一致するように規制されるため、基板の偏心による上記のような問題は生じない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このメカ式スピンチャックでは、固定ピンに基板外周が接触しないように基板をスピンチャックに載置しなければならず、そのために機構上の工夫が必要となる。また、基板の取り出し時には固定された保持ピンと基板の端面との摺動が生じ、パーティクルが発生するおそれがある。

【0009】さらに、回転式現像装置に用いた場合には、先のメカ式スピンチャックと同様に、基板上に現像液を液盛りした場合、基板の外周端面に当接している保持ピンを伝って現像液がこぼれ落ち、現像むらの要因となったり、現像液の消費量の増加原因となる。

【0010】本発明の目的は、基板の中心を回転中心と一致させた状態で基板を回転させることができ、かつパーティクルを発生することなく基板の取り出しを円滑に行うことができる基板回転保持装置およびそれを備えた回転式基板処理装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明に係る基板回転保持装置は、基板を水平に保持しつつ回転させる基板回転保持装置であって、基板の下面を支持し、水平姿勢で回転駆動される回転部材と、回転部材の回転中心から等距離の位置に分散配置され、基板の外周端面に当接して基板を水平方向に保持する基板保持位置と基板の外周端面から離間する基板解放位置との間で移動可能な複数の第1保持部材と、回転部材の回転中心から等距離の位置に分散配置され、基板の中心が回転部材の回転中心に一致する位置において基板の外周端面に当接した状態で停止して基板を水平に保持する基板保持位置と基板の外周端面から離間する基板解放位置との間で移動可能な複数の第2保持部材と、複数の第1保持部材および複数の第2保持部材を基板保持位置と基板解放位置との間で移動させる移動手段とを備えたものである。

【0012】第2の発明に係る基板回転保持装置は、第1の発明に係る基板回転保持装置の構成において、複数の第1保持部材が基板の一方の外周半円に沿って配置され、複数の第2保持部材が他方の外周半円に沿って配置されているものである。

【0013】第3の発明に係る基板回転保持装置は、第1または第2の発明に係る基板回転保持装置の構成において、複数の第1保持部材および複数の第2保持部材の各々は、鉛直方向の回転軸の周りで回転可能に回転部材に取り付けられた支持部と、支持部の回転に伴って基板の外周端面に当接するように支持部の回転軸に対して偏心して設けられた保持部とを含み、複数の第2保持部材は、基板の中心が回転部材の回転中心に一致する位置において保持部が基板の外周端面に当接した状態で停止するように支持部の回転を停止させる停止部材をさらに含むものである。

【0014】第4の発明に係る基板回転保持装置は、第3の発明に係る基板回転保持装置の構成において、移動手段が、複数の第1保持部材の各々の支持部に取り付けられた第1磁石部材と、複数の第2保持部材の各々の支持部に取り付けられた第2磁石部材と、第1磁石部材および第2磁石部材に対して近接および離間して複数の第1保持部材および第2保持部材を駆動する第3磁石部材とを有しており、第2磁石部材の磁力は第1磁石部材の磁力よりも大きく設定されているものである。

【0015】第5の発明に係る基板回転保持装置は、第1～第4のいずれかの発明に記載の基板回転保持装置を備えたものである。第1～第4の発明に係る基板回転保持装置および第5の発明に係る回転式基板処理装置においては、基板を水平方向に保持する複数の第1保持部材および第2保持部材を基板の外周端面から離間する基板解放位置に移動可能に構成したことにより、基板の取り出し時に基板解放位置に移動させることによって基板の端面と第1および第2保持部材との摺動を防止することができ、これによってパーティクルの発生を防止することができる。しかも、この基板回転保持装置を回転式現像装置に用いた場合においては、基板上に液盛り現像を行った場合でも、基板上の現像液が第1および第2保持部材を伝ってこぼれ落ちることを防止することができる。

【0016】さらに、基板の中心が回転部材の回転中心に一致する位置に複数の第2保持部材が停止しうるように構成したことにより、基板が偏心した位置に停止することなく基板の中心と回転部材の回転中心とが一致する位置に基板を移動して保持することができる。これにより、基板の偏心に起因する振動を生じさせることなく基板を回転させることができる。

【0017】特に、第2の発明に係る基板回転保持装置においては、複数の第1保持部材と複数の第2保持部材とを対向して配置したことにより、基板の中心が回転部

材の回転中心に一致する位置に停止した第2保持部材に対して第1保持部材が基板を水平方向に押圧することにより基板の中心と回転部材の回転中心とが一致するように基板を保持することができる。

【0018】第3の発明に係る基板回転保持装置においては、第2保持部材の停止部材が所定の位置に第2保持部材の回転を停止させ、この位置において基板の中心が回転部材の回転中心に一致するように基板を水平方向に保持する。これにより、基板を正規の位置に保持して回転させることができる。

【0019】特に、第4の発明に係る基板回転保持装置においては、第1保持部材および第2保持部材がそれぞれ第3磁石部材からの磁力によって駆動される。このため、機械的な摺動部分が形成されることなく第1および第2保持部材が駆動されることにより、パーティクルの発生が防止される。しかも、磁力を用いて駆動することにより、回転部材とともに回転する第1および第2保持部材に対しても所定の駆動力を与えることができる。また、第2磁石部材の磁力を第1磁石部材の磁力よりも大きく設定することにより、基板を所定の位置に停止させる第2保持部材が第1保持部材からの押圧力を受けて移動することが防止され、これにより基板を正規の位置に保持することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について説明する。ここでは、本発明の基板回転保持装置を備えた回転式基板処理装置として、回転式現像装置を例に説明する。図1は、本発明の一実施例による回転式現像装置の断面図である。また、図2は図1の回転式現像装置の主要部の平面図である。

【0021】図1において、回転式現像装置は、基板100を水平に保持する回転保持部1を備える。回転保持部1はモータ3のシャフト4の先端に固定され、モータ3の回転により基板100を保持して鉛直方向の軸の回りで回転駆動される。回転保持部1の上方には、現像液を吐出する現像ノズル17が上下方向および水平方向に移動可能に設けられている。この現像ノズル17は、現像処理前および現像処理後に基板100の上方から外れた位置に待機し、現像処理時に基板100の中心部の上方に移動する。また、回転保持部1の周囲には、カップ16が上下動自在に配設されている。

【0022】モータ3のシャフト4は中空体により構成され、その内部に裏面洗浄用のバックリンスノズル15が挿入されている。このバックリンス15は、基板100の裏面中央部に洗浄液を吐出し、基板100の裏面の汚染物を洗浄する。

【0023】上記の回転式現像装置において、回転保持部1および環状磁石11を含む磁石支持部材12が基板回転保持装置を構成する。回転保持部1は円形板状の回転ステージ2を備えている。回転ステージ2は、モータ

3のシャフト4の先端部に水平に固定され、鉛直方向の軸の回りで回転駆動される。回転ステージ2の上面には、環状支持部5が固定されており、この環状支持部5の上面に基板100の裏面を支持する複数の基板支持ピン6が設けられている。

【0024】また、回転ステージ2の周縁部には環状壁部10が設けられている。さらに、回転ステージ2には昇降ピン14を貫通させる貫通孔13が形成されている。昇降ピン14はこの貫通孔13を通り昇降して基板100を上下移動させる。

【0025】回転保持部1の下方には環状磁石11が配設されている。この環状磁石11は、駆動装置(図示省略)により上下動自在に設けられた磁石支持部材12に固定されている。

【0026】回転ステージ2には、基板100の水平位置を規制する複数の回転保持ピン7aおよびストッパ付き回転保持ピン7bがそれぞれ軸受け8およびストッパ付き軸受け28を介して回転ステージ2に対して回転可能に取り付けられている。図2に示すように、複数の回転保持ピン7aは基板100の一方の外周端面側(図中左側)に配置され、複数のストッパ付き回転保持ピン7bは基板100の他方の外周端面側(図中右側)に回転保持ピン7aに対向して配置されている。しかも、複数の回転保持ピン7aおよびストッパ付き回転保持ピン7bは、その回転中心が回転ステージ2の回転中心Pから等距離に分散して配置されている。

【0027】図3(a)は回転保持ピン7aの斜視図である。図3(a)に示すように、回転保持ピン7aは、円柱状の支持部21、円柱状(棒状)のピン部材(保持部)22、連結シャフト23および磁石収納部24からなる。ピン部材22は、支持部21の上面に支持部21の中心に対して偏心して設けられている。磁石収納部24は、支持部21の下部に連結シャフト部23を介して固定されている。磁石収納部24内には棒状の永久磁石9が収納されている。連結シャフト部23は、回転ステージ2に固定される軸受け8にベアリング30を介して回転自在に取り付けられている。したがって、この回転保持ピン7aは、連結シャフト部23の中心を通る鉛直方向の軸Qの回りに矢印R1に示すように自在に回転することができる。

【0028】図3(b)は、ストッパ付き回転保持ピン7bの斜視図である。図3(b)に示すように、ストッパ付き回転保持ピン7bは、円柱状の支持部21、円柱状(棒状)のピン部材(保持部)22、連結シャフト部23、磁石収納部24およびロックピン(停止部材)19からなる。ロックピン19を除く部材は上記の回転保持ピン7aと同様に構成されている。ロックピン19は、磁石収納部24の上面から上方に突出して形成されている。

【0029】連結シャフト部23は、ベアリング30を

7

介在して回転ステージ2に固定されたストッパ付き軸受け28に回転可能に取り付けられている。円柱状のストッパ付き軸受け28の下部には切欠き部29が形成されている。切欠き部29は回転軸Qを中心に所定の角度で扇状に切欠かれて形成されており、ロックピン19に当接してストッパ付き回転保持ピン7bの回転を停止させる第1および第2の当接壁面29a、29bを有している。このストッパ付き軸受け28の切欠き部29により、ストッパ付き回転保持ピン7bは、ロックピン19が第1の当接壁面29aに当接する位置から第2の当接壁面29bに当接する範囲内において矢印R2に示すように回転することができる。

【0030】ここで、上記の回転ステージ2が本発明の回転部材を構成し、回転保持ピン7aが第1保持部材を、ストッパ付き回転保持ピン7bが第2保持部材を構成する。さらに、回転保持ピン7aの永久磁石9、ストッパ付き回転保持ピン7bの永久磁石9および環状磁石11がそれぞれ本発明の移動手段の第1磁石部材、第2磁石部材および第3磁石部材を構成する。

【0031】次に、上記の回転保持部1における基板100の保持および解放動作について説明する。図4はストッパ付き回転保持ピンの基板解放動作の説明図であり、図5はストッパ付き回転保持ピンの基板保持動作の説明図である。また、図6は回転保持ピンの基板解放動作の説明図であり、図7は回転保持ピンの基板保持動作の説明図である。図4～図6において、(a)はストッパ付き回転保持ピン7b、回転保持ピン7aおよびその周辺部の部分断面図、(b)はストッパ付き回転保持ピン7b、回転保持ピンaの平面図である。さらに、図4(c)は図4(a)中のA線断面図であり、図5(c)は図5(a)中のC線断面図である。

【0032】まず、基板100の受け渡し時および現像液の液盛り後における基板の解放動作について図4および図6を参照して説明する。図4(a)および図6

(a)に示すように、このときには、環状磁石11が回転ステージ2の下方に離れて位置する。そして、環状磁石11が形成する磁力線Bは、ストッパ付き回転保持ピン7bおよび回転保持ピン7aのそれぞれの永久磁石9が設置される高さにおいて回転ステージ2の外側から中心に向かう方向に向いている。

【0033】したがって、ストッパ付き回転保持ピン7bでは永久磁石9のN極が回転ステージ2の中心部に向かう方向に吸引される。それにより、図4(b)に示すように、ストッパ付き回転保持ピン7bが矢印X方向に回転し、ピン部材22の外周面が基板100の外周端面から離れる。そして、図4(c)に示すように、ロックピン19がストッパ付き軸受け28の第1の当接壁面29aに当接した位置でストッパ付き回転保持ピン7bの回転が停止する。この状態では、ピン部材22が基板100の外周端面から離間した位置に停止する。

8

【0034】また、図6に示す回転保持ピン7aでは、同様に永久磁石9のN極が回転ステージ2の中心部に向かう方向に吸引される。それにより、図6(b)に示すように、回転保持ピン7aが矢印X方向に回転し、ピン部材22の外周面が基板100の外周端面から離れる。そして、環状磁石11からの磁力と永久磁石9の磁力とが釣り合った状態で回転保持ピン7aの回転が停止する。

【0035】上記の動作によって、全ての回転保持ピン7aおよびストッパ付き回転保持ピン7bが基板100の外周端面から離れた位置に停止する。これによって、基板100の外周端面がピン部材22と摺動することなく基板100を取り出すことができる。また、液盛り現像時には、基板100の表面上に液盛りされた現像液は離間したピン部材22を伝って溢れることがなく基板100上に保持される。

【0036】次に、基板100の保持動作について図5および図7を参照して説明する。図5(a)および図7(a)に示すように、環状磁石11が上昇して回転ステージ2に接近する。したがって、ストッパ付き回転保持ピン7bおよび回転保持ピン7aのそれぞれの永久磁石9のS極が環状磁石11のN極に吸引される。

【0037】それにより、ストッパ付き回転保持ピン7bでは、図5(b)に示すように、矢印Y方向に回転し、ピン部材22の外周面が基板100の外周端面に当接する。このとき、図5(c)に示すように、ロックピン19がストッパ付き軸受け28の第2の当接壁面29bに当接する。これによってストッパ付き回転保持ピン7bの回転が停止する。この停止位置では、ピン部材22が基板100の外周端面に当接し、かつ基板100の中心が回転ステージ2の回転中心に一致する位置(以下、センタリング位置と称する)となるように、ストッパ付き軸受け28の第2の当接壁面29bとロックピン19との位置が調整されている。

【0038】一方、回転保持ピン7aでは、図7(b)に示すように、矢印Y方向に回転し、ピン部材22の外周面が基板100の外周端面に当接し、基板100を水平方向に押圧して保持する。

【0039】上記の動作により、図2において、基板100は、基板100をセンタリング位置に停止させる複数のストッパ付き回転保持ピン7bと、基板100の外周端面を押圧して水平方向に移動させる複数の回転保持ピン7aとによってセンタリング位置で保持される。そして、モータ3により回転駆動される。ここで、ストッパ付き回転保持ピン7bの永久磁石9は回転保持ピン7aの永久磁石9よりも磁力の強い磁石を用いる必要がある。例えば永久磁石自体が大きく磁力の強いもの、あるいは磁束密度の高い永久磁石を用いてもよい。また、環状磁石11との間の引力を高めるために、ストッパ付き回転保持ピン7bの永久磁石9と環状磁石11との隙間

9

を回動保持ピン7aの永久磁石9と環状磁石11との隙間よりも近接して配置してもよい。これにより、ストップ付き回動保持ピン7bは回動保持ピン7aからの水平方向の押圧力に対抗して基板100をセンタリング位置に保持することができる。

【0040】なお、上記の実施例において回転式現像装置に用いた基板回転保持装置は、回転式塗布装置あるいは回転式洗浄装置等に用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における回転式現像装置の断面図である。

【図2】図1の回転式現像装置の主要部の平面図である。

【図3】図1の回転式現像装置における回動保持ピン(a)およびストップ付き回動保持ピン(b)の斜視図である。

【図4】ストップ付き回動保持ピンのピン部材が基板の外周端面から離れた状態を示す部分断面図および平面図である。

【図5】ストップ付き回動保持ピンのピン部材が基板の外周端面に当接した状態を示す部分断面図および平面図である。

【図6】回動保持ピンのピン部材が基板の外周端面から

10

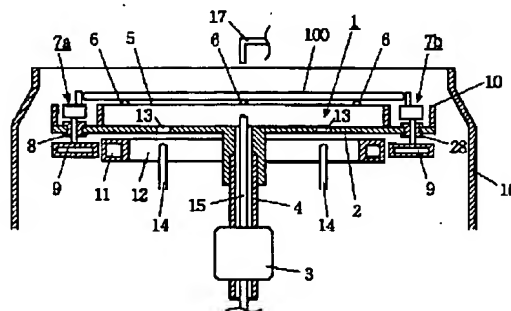
離れた状態を示す部分断面図および平面図である。

【図7】回動保持ピンのピン部材が基板の外周端面に当接した状態を示す部分断面図および平面図である。

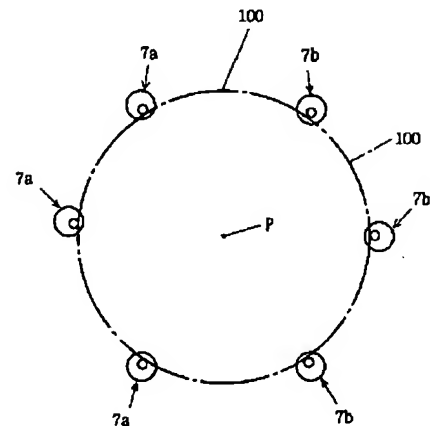
【符号の説明】

- 1 回転保持部
- 2 回転ステージ
- 6 基板支持ピン
- 7a 回動保持ピン
- 7b ストップ付き回動保持ピン
- 8 軸受け
- 9 永久磁石
- 11 環状磁石
- 12 磁石支持部材
- 19 ロックピン
- 21 支持部
- 22 ピン部材
- 23 連結シャフト部
- 24 磁石収納部
- 28 ストップ付き軸受け
- 29 切欠き部
- 29a 第1の当接壁面
- 29b 第2の当接壁面

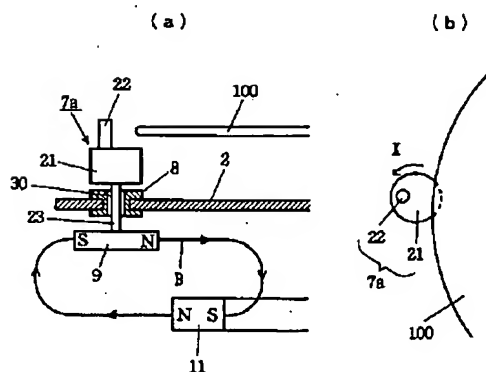
【図1】



【図2】

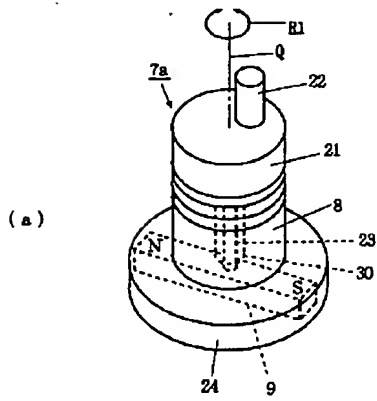


【図6】

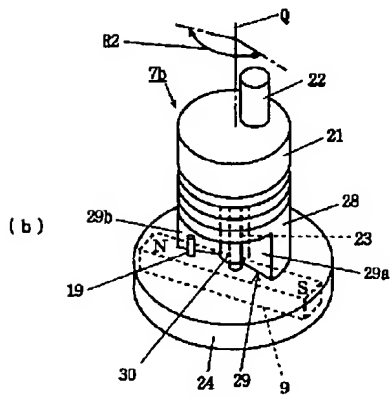
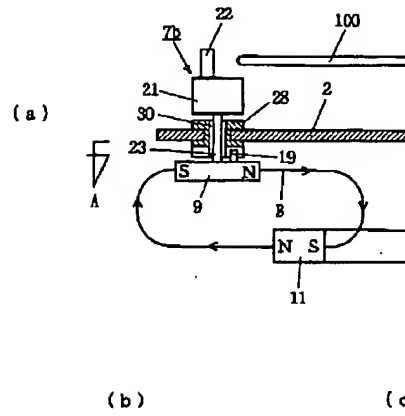




【図3】



【図4】

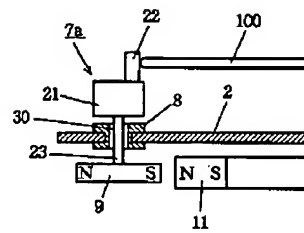
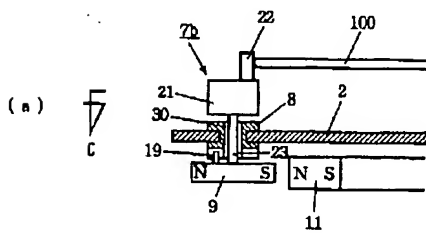


【図7】

(a)

(b)

【図5】



(b)

(c)

